

질소 시비량이 바위솔의 성장과 개화에 미치는 영향

이창우* · 전승호* · 김홍영* · 신성철** · 강진호****†

*경상대학교 농생대, **경상대학교 자연대, ***경상대학교 생명과학연구원

Effects of Growth and Flowering on *Orostachys japonicus* A. Berger by Nitrogen Fertilization

Chang Woo Lee*, Seung Ho Jeon*, Hong Young Kim*, Sung Cheol Shin**, and Jin Ho Kang****†

*College of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

**College of Natural Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

***Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

ABSTRACT : Shoot weight of *Orostachys japonicus* should determine its profitability. The study was carried out to measure the effect of nitrogen (N) fertilization level (0, 5, 10, 20 kg/10a) on its growth, morphological characters, and flowering. Night-break treatment of 2 hours at midnight were done since Aug. 25 when afterward samples were taken every 4 weeks to Nov. 16. Growth, morphological and flowering related characters were measured from each sample. Plant height, inflorescence length, number of leaves including bracts and stem diameter were decreased with increased N levels. Leaf and bract, floret, shoot and total dry weights as well as withering rate showed similar response to the above morphological characters. Florets were less formed with increased N levels but were not flowered due to the night-break treatment, meaning that N fertilization had little effect on its growth and anthesis of the florets.

Key Words : *Orostachys japonicus*, N fertilization, growth, morphological characters, flowering

서 언

한방에서 瓦松으로 불리는 바위솔 (*Orostachys japonicus* A. Berger)은 간염, 지혈, 습진, 화상 및 항암 효과가 있어 전초 또는 환 등으로 가공한 후 이용하거나, 생체를 녹즙으로 만들어 이용하고 있다 (Shin *et al.*, 1994). 이러한 효능과 이용형태를 갖고 있는 바위솔은 추대 후에 형성되는 소화의 개화, 그리고 종자의 성숙과 함께 고사하는 일년생 (monocarpic) 일 뿐만 아니라 환경적응성은 강하나 생장이 느린 CAM (crassulacean acid metabolism) 식물이다. 바위솔의 수급은 소비가 증가하면서 산야에서 채취된 자연산에 전적으로 의존하던 상태에서 농경지에 재배하는 바위솔로 바뀌고 있다. 이러한 두가지 특징적인 생육특성 때문에 바위솔은 가을철 홍수출하로 가격이 폭락하게 됨으로서 재배 바위솔은 자연산과 출하시기를 피하여야 하며 (Kang *et al.*, 1995, 1996, 1997) 전초 무게로 판매되기 때문에 전초수량을 높일 수 있어야 재배농가의 수익성을 확보할 수 있는 문제점을 안고 있다.

자연산 바위솔이 출하되는 시기를 피하여 재배 바위솔을 출하할 수 있는 재배기술은 최근 개화조절에 관한 기초이론을

응용한 기술이 개발되어 보고되고 있다 (Taiz & Zeiger, 2002). 단일식물인 바위솔의 추대와 개화는 기본영양생장성과 관련된 유묘크기 및 정식시기보다는 주로 일장과 온도의 영향을 받을 뿐만 아니라 추대와 소화의 개화는 분리되어 일어나며 장일 또는 자정 전후 2시간의 암기중단 처리와 겨울철 20℃ 이상으로 가온 재배할 경우 동절기 이후까지도 개화가 지연되는 것으로 보고되고 있다 (Heintze, 1973; Jeon *et al.*, 2006; Kang *et al.*, 1995, 1996, 1997, 2005a, b; Lee *et al.*, 2007). 따라서 재배 바위솔은 일장조절과 가온을 통하여 자연산이 출하되는 시기를 피하여 출하하는 것이 가능하기 때문에 수익성 감소를 현저히 줄일 수 있다.

한편 수익성과 관련된 전초수량을 높이기 위한 방법으로는 C₃ 또는 C₄ 작물의 경우 질소를 사용하는 것이 가장 효율적인 방법이라 할 수 있다 (Ladha *et al.*, 2006). 전초로 이용되고 있는 바위솔도 질소시비를 통하여 수확량을 증대시킬 수 있을 것으로 기대되나 이에 관한 연구보고는 전무한 실정이다. C₃ 또는 C₄ 식물과는 달리 명반응과 암반응이 분리되어 광합성이 일어나는 바위솔과 같은 CAM 식물인 돌나물은 질소시비량을 10a당 15 kg까지 증가시킬수록 전초수량은 증가되는 반면, 선

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@gnu.ac.kr

Received August 30, 2007 / Accepted October 3, 2007

인장의 일종인 *Opuntia engelmannii*은 질소시비량을 증가시켜도 전초수량은 증가되지 않는 것으로 보고되고 있어서 (Gathaara *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 2004) CAM 식물은 질소시비에 대한 성장반응이 일반작물과 다르다고 할 수 있다. 본 연구는 CAM 식물인 바위솔의 수익성과 관련된 전초수량을 높이는데 필요한 정보를 제공하고자 질소 시비량이 바위솔의 성장, 형태와 소화의 개화에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2006년 5월부터 11월까지 경상대학교 부속농장 온실에서 포트 시험으로 실시되었다. 시험재료는 경남 사천시 사천읍 두량리 외송농장에서 분양받은 유묘를 이용하였다. 토양과 퇴비 (사천시 용협단협 생산)가 2:1 (v/v)로 혼합된 배합토로 채워진 직경 18cm의 플라스틱 포트에 2006년 5월 29일 pot당 유묘 1개체씩 정식하였다. 각 처리별 100개씩 총 300개의 포트를 완전임의배치법으로 배치하여 유지하다가 암기중단 처리 및 첫 시료채취가 이루어진 8월 25일 전날에 식물체의 크기가 작거나 큰 것을 제외한 후 비슷한 개체를 골라 10반복으로 재배치하였다. 빗물이 직접 포트에 떨어지지 않도록 천정만 비닐을 설치하고 측면은 완전히 개방하여 수행된 시험에서 관수는 2~3일 간격으로 물을 충분히 공급하는 방법으로 행하였으나, 병해충 방제를 위하여 농약을 전혀 살포하지 않았다. 시험기간중의 온도와 일장의 변화는 Fig. 1과 같다. 일중온도는 예년에 비하여 8월 초·중순, 10월, 11월 초순에는 높은 반면, 9월 초·중순에는 낮은 것으로 나타났다. 처리를 제외한 기타 시험수행 및 관리는 이미 학계에 보고한 Kang *et al.* (2005a, b)의 방법에 준하여 실시하였다.

질소 시비량이 바위솔의 성장에 미치는 영향을 파악하고자 2005년 5월 29일 정식된 pot에 대조구로 무비구, 10a당 질소(N) 5, 10, 20kg의 4개 처리로 질소 시비량을 달리하여 처리하여 시험을 수행하였다. 한편 바위솔은 단일조건에서 소화의 개화가 이루어져 고사하기 때문에 이를 방지하고자 8월 25일부터 시험이 종료될 때까지 매일 23시부터 익일 1시까지 2시간 동안 약 $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 의 광도로 백열등을 이용하여 암기중단 처리를 가하였다.

형질조사는 일장처리가 가하여진 8월 25일부터 11월 16일까지 4주 간격으로 총 4회에 걸쳐 실시되었다. Pot에서 분리된 식물체를 물로 씻은 후 초장, 화서장, 엽수, 경직경, 소화수 및 개화수를 조사하였는데, 경직경은 지상 0.5cm 높이에서 측정하였다. 엽수는 암기중단 처리로 인하여 소화가 개화되지 않아 화서에 형성되는 포엽이 현저히 발달되어 엽과 형태가 유사하기 때문에 포엽을 포함시켜 조사하였다. 소화수는 개화 유무에 관계없이 육안으로 식별이 가능한 소화 전체를, 개화수

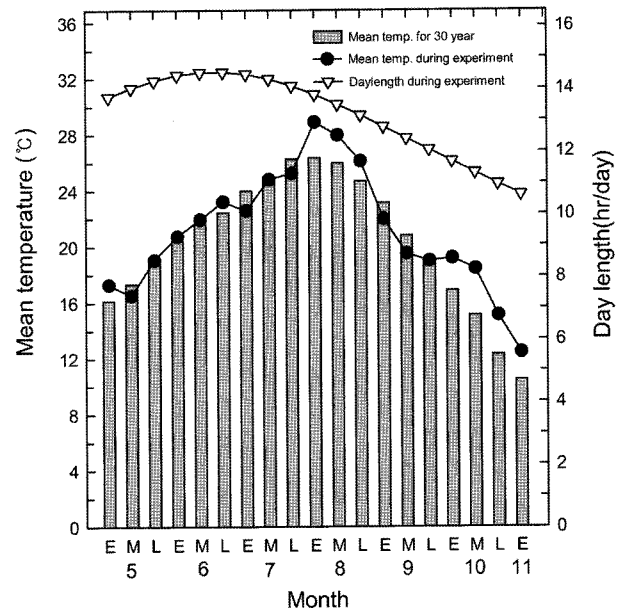


Fig. 1. Meteorological observation during experimental period and for 30-years mean temperature. Symbols indicate the means for 10 days and abbreviations in X axis mean E, early; M, middle and L, late of the months.

는 화판이 전개된 것을, 개화개체 비율은 1개 이상 소화가 개화된 개체를 전체에 대한 비율로 표시하였다. 이상의 형질들을 조사한 후 엽과 포엽, 소화, 화서줄기를 포함한 줄기 및 뿌리로 분리하여 75°C에서 120시간 건조하여 각 부위의 건물중으로 표시하였다.

결과 및 고찰

질소 시비량에 따른 11월 중순까지 조사된 개체의 고사율은 Fig. 2와 같다. 질소시비량이 증가할수록 개체의 고사율은 증가하나 질소시비량이 가장 많은 10a당 20kg 사용시 현저히 증가되어 30% 정도에 이르렀다. 질소 시비량의 증가에 따른 이러한 고사율 증가는 바위솔이 CAM 식물일 뿐만 아니라 일반 작물과는 달리 관수를 적게 하는 것과도 관련이 있는 것으로 추측되나 추후 이들의 인과 관계에 대하여는 추후 면밀한 추적이 있어야 할 것으로 사료된다.

질소 시비량에 따른 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화는 Fig. 3과 같다. 초장과 화서장은 질소를 사용한 것에 비하여 사용하지 않을 경우 긴 것으로 조사되었다. 질소를 사용할 경우 초장과 화서장 모두 시비량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 10a당 10 또는 20kg 처리에서는 차이가 없거나 아주 적은 것으로 조사되었다. 질소 시비량에 따른 포엽을 포함한 엽수의 반응은 무비 또는 10a당 5 또는 10kg를 사용한 것에 비하여 20kg 사용시 가장 적었

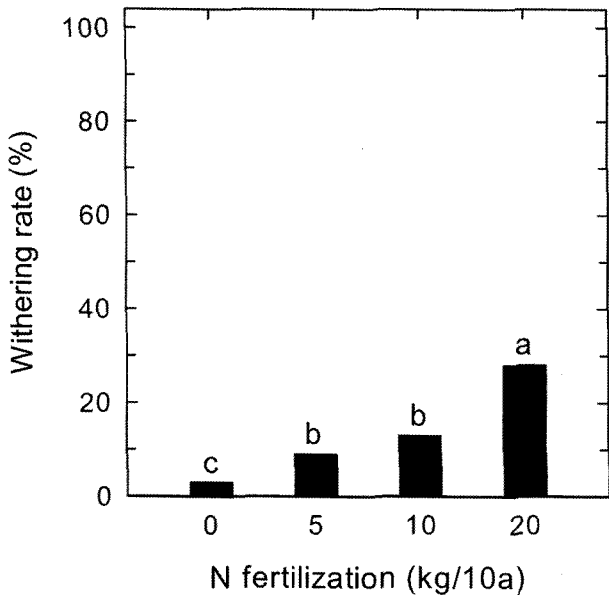


Fig. 2. Effect of nitrogen fertilization on withering rate of *Orostachys japonicus* A. Berger. Bars having same letters within the treatments are not significantly different by LSD.05.

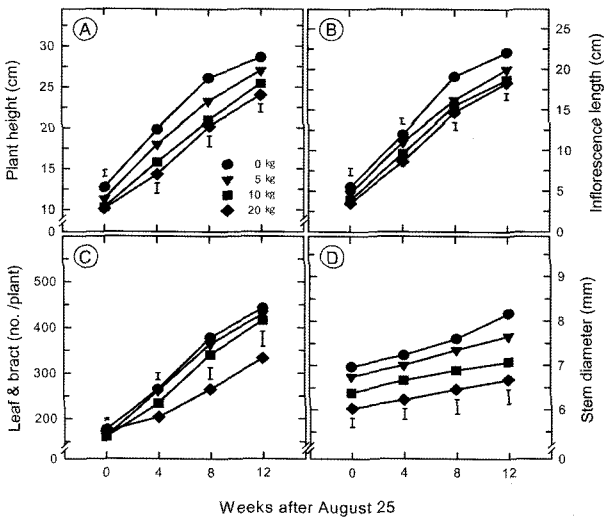


Fig. 3. Effect of nitrogen fertilization on plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C), and stem diameter (D) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

다. 반면 경직경은 무비구에서 가장 굵었으며 질소 시비량이 증가할수록 가늘어지는 경향을 보였다.

한편 질소 시비량에 따른 바위솔의 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 4와 같다. 포엽을 포함한 엽중, 화서중, 경중 및 근중은 화서중에서 처리간 차이가 미미할지라도 대체적으로 질소 시비량이 증가될수록 감소하는

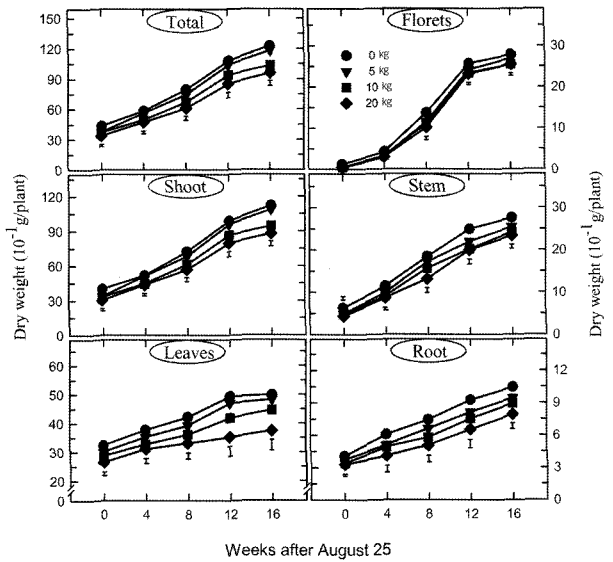


Fig. 4. Effect of nitrogen fertilization on total fraction dry weights of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

경향을 보였다. 이러한 부위별 차이로 인하여 개체당 전초중과 전체 건물중도 무비구에서 가장 많고, 질소 시비량이 증가할수록 감소하였다. 이러한 시험결과는 바위솔과 같은 CAM 식물인 돌나물은 10a당 15 kg 까지 질소시비량을 증가시킬수록 전초수량은 증가되는 반면, 선인장의 일종인 *Opuntia engelmannii*은 질소시비량을 증가시켜도 전초수량의 변화는 없다는 보고와는 상이하였다 (Gathaara et al., 1989; Lee et al., 2004). 질소를 사용하거나 질소 시비량을 증가시킬수록 바위솔의 생장이 둔화되는 원인은 일반작물과 광합성 기작이 다를 뿐만 아니라 생장이 아주 완만한 식물학적 특성에 기인되는 것으로 추측된다. 바위솔재배에서 질소 시비량을 증가시키면 생장도 둔화되고 고사율도 증가되어 농가 수익성과 관련된 단위면적당 전초수량이 감소된다고 하나 바위솔의 총 phenol 함량과 항산화능은 증가되는 것으로 보고되고 있기 때문에 (Jang et al., 2006) 전초수량의 감소 없이 기능성 성분 함량을 증가시킬 수 있도록 속효성 질소비료보다는 유기질비료 등 완효성 질소비료의 시용효과를 추후 점검할 필요가 있을 것으로 사료된다.

질소 시비량에 따른 바위솔의 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화와 개화개체 비율은 Fig. 5 및 6과 같다. 화서에 형성된 소화수도 Fig. 3과 4의 형태와 생장과 관련된 형질과 마찬가지로 시간이 경과할수록 현저히 증가되었으며, 조사기간 내내 질소 시비량이 증가될수록 감소하는 경향을 보였으나 (Fig. 5A), 화서에 형성된 소화는 추대가 시작되는 8월 25일부터 가하여지는 2시간의 암기중단 처리로 인하여 시험기간 내내 개화되지 않았다 (Fig. 5B). 이와 더불어 개화된 개체도

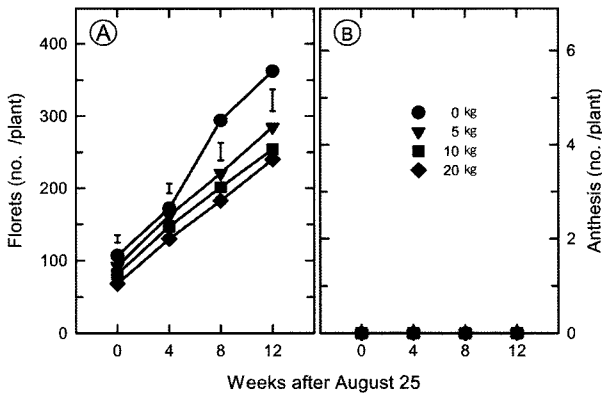


Fig. 5. Effect of nitrogen fertilization on number of total florets (A) and their anthesis (B) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

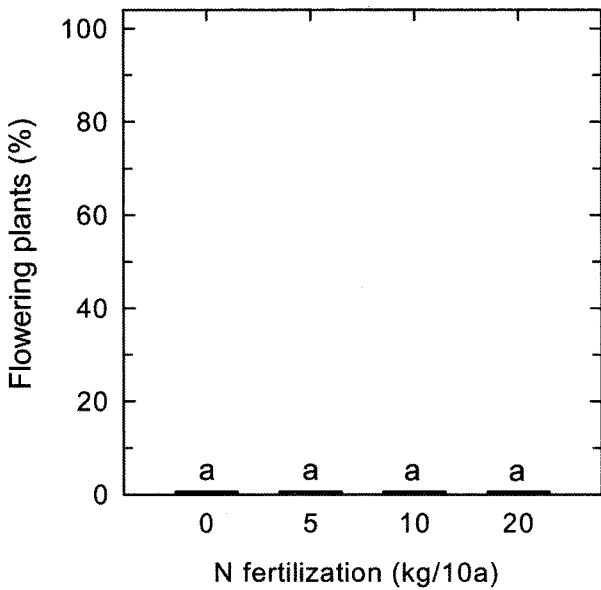


Fig. 6. Effect of nitrogen fertilization on flowering rate of *Orostachys japonicus*. examined on November 16. Bars having same letters within the treatments are not significantly different by LSD.05.

없기 때문에 (Fig. 6) 소화의 개화와 개화개체 비율은 질소 시비량의 차이에서 오는 성장 정도의 영향을 전혀 받지 않는다고 할 수 있다. 따라서 질소 시비량의 많고 적음이 형성된 소화의 개화에 미치는 영향이 거의 없을 뿐만 아니라 질소 시비량을 증대시키는 것은 개체의 고사비율을 높이고 생장을 둔화시켜 오히려 수익성과 관련된 전초수량을 줄이기 때문에 바위솔 재배에서는 속효성 질소비료의 투입을 배제하고 완효성 유기질 비료 등의 투입을 통하여 바위솔의 전초수량을 높일 수 있는 방법을 탐색하는 것이 합리적일 것으로 사료된다.

적 요

바위솔은 홍수출하와 관련된 일년생 식물이라 할지라도 전초로 이용되기 때문에 전초수량으로 수익성이 결정된다. 본 연구는 전초수량을 증대시키는데 필요한 정보를 제공하고자 질소 시비량 (0, 5, 10, 20 kg N/10a)이 바위솔의 성장과 소화의 개화에 미치는 영향을 추적하고자 8월 25일부터 매일 2시간의 암기중단 처리를 가하면서 8월 25일부터 11월 14일까지 4주 간격으로 생육조사를 실시하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 질소 시비량이 증가할수록 고사되는 개체의 비율이 증가하는 반면, 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경은 감소하는 경향을 보였다.
2. 엽과 포엽중, 소화중, 경중, 근중, 지상부중 및 전체건물중도 형태적 형질과 마찬가지로 질소 시비량이 증가할수록 감소하였다.
3. 화서에 형성되는 소화도 질소 시비량이 증가할수록 감소하였으나, 암기중단 처리로 인하여 형성된 소화는 개화되지 않았다.
4. 11월 중순까지도 고사와 관련된 개화개체 비율은 질소 시비량에 관계없는 것으로 나타나 소화의 개화는 일장과 온도 등 다른 요인들에 의하여 조절되는 것으로 나타났다.

사 사

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Gathaara GN, Felker P, Land M (1989) Influence of nitrogen and phosphorus application on *Opuntia engelmannii* tissue N and P concentrations, biomass production and fruit yields. *J. Arid Environ.* 16:337-346.
- Heintze W (1973) Influence of photoperiod and temperature on flowering of *Sedum bellum*. *Acta Hort.* 31:57-62.
- Jang SH, Lee SG, Kang JH, Park JC, Shin SC (2006) Determination of phenolic acids and flavonol aglycone contents in *Orostachys japonicus* A. Berger grown under various cultivation conditions. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 14(5):311-316.
- Jeon SH, Hong DO, Lee CH, Kim HY, Shin SC, Kang JH (2006) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by transplanted seedling size. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 14(3):153-157.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC (2005a) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by controlling daylengths. *Korean J. Medicinal Crop Sci.*

- 13(3):114-117.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC** (2005b) Effect of different temperatures on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(4):186-189.
- Kang JH, Park JS, Kim JW** (1995) Effect of long-day and night-break treatments on growth and anthesis of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 40(5):600-607.
- Kang JH, Ryu YS, Cho BG** (1996) Effect of night-break period on growth and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 41(2):236-242.
- Kang JH, Ryu YS, Kang SY, Shim YD, Kim DI** (1997) Effect of night-break timing on growth, bolting and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 42(5):597-603.
- Ladha JK, Pathak H, Krupnick TJ, Six J, van Kessel C** (2005) Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: Retrospects and prospects. Adv. Agron. 87:85-156.
- Lee CW, Jeon SH, Kim HY, Shin SC, Kang JH** (2007) Effect of night-break treatment on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(4):256-260.
- Lee SY, Ahn JH, Kim HJ** (2004) Characteristics of growth and flowering by nitrogen levels in *Sedum sarmentosum*. Korean J. Hort. Sci. Technol. 22(4):426-430.
- Shin DY, Lee YM, Kim HJ** (1994) Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 39(2):146-157.
- Taiz L, Zeiger E** (2002) The Control of Flowering. p. 559-590. In L. Taiz and E. Zeiger (eds.). Plant physiology (3rd ed.). Sinauer Associate Inc., 23 Plumtree Road/PO Box 407, Sunderland, MA 01375, USA.